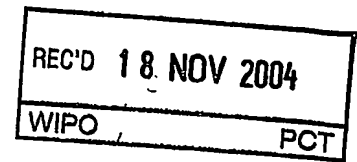


BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP2004/012775

27. 8. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   8 月 2 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 2 0 9 4 8 9  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 2 0 9 4 8 9 ]

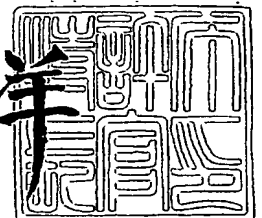
出   願   人            独 立 行 政 法 人 物 質 ・ 材 料 研 究 機 構  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月   4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 7 4 2 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 03-MS-103

【提出日】 平成15年 8月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 1/304

【発明の名称】 電界電子放出特性を利用する自己造形的表面形状を有する  
s p 3 結合性窒化ホウ素薄膜とその製造方法及びその用途

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 小松 正二郎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 守吉 佑介

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 清水 禎樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 岡田 勝行

【特許出願人】

【識別番号】 301023238

【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構

【代表者】 岸 輝雄

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電界電子放出特性を利する自己造形的表面形状を有する  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素薄膜とその製造方法及びその用途

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電界電子放出特性に優れた表面形状が気相からの反応によって自己造形的に形成されてなる、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

【請求項2】 該電界電子放出特性に優れた表面形状が、先端の尖った状態を呈した形状である、請求項1記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

【請求項3】 該先端の尖った状態を呈した形状が、電界電子放出特性に適した間隔、密度で分布している、請求項1又は2記載の電界電子放出性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

【請求項4】 該電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が5H型または6H型等の多形窒化ホウ素を主として含んでいることを特徴とする、請求項1乃至3の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

【請求項5】 該電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が紫外光によって励起される気相からの反応によって基板上に生成して得られる、請求項1乃至4の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

【請求項6】 反応容器中に、0.001～760 Torrの圧力に調整してホウ素源及び窒素源を含む反応ガスを導入し、反応空間内の基板温度を室温～1300℃の範囲に調整し、プラズマを発生し、あるいは発生せずして、基板上に紫外光を照射し、気相からの反応によって基板上に、電界電子放出特性に優れた表面形状が自己造形的に形成されてなる、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体を生成したことを特徴とする、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

【請求項7】 該反応ガスが希ガス、または水素ガス単独あるいはそれらの

混合物よりなる希釈ガスによって希釈され、その割合が、希釈ガス100に対して反応ガスが0.0001~100体積%である、請求項6記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

【請求項8】 該反応ガスが、ジボランをホウ素源、アンモニアを窒素源として調製されている、請求項6または7記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

【請求項9】 該紫外光がパルスレーザーであることを特徴とする請求項6記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

【請求項10】 該電界電子放出特性に優れた表面性状を有してなる $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が5H型または6H型等多形窒化ホウ素を主として含んでいることを特徴とする、請求項6乃至9記載の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

【請求項11】 電子放出材料として使用されることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた表面形状を有してなる $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、一般式BNで示され、 $sp^3$ 結合を有する窒化ホウ素によって形成され、電界電子放出特性に優れた表面形状を有している窒化ホウ素膜体とその製造方法及びその用途に関する。

さらに詳しくは、本発明は、電界放出電子源を用いたランプ型光源デバイス、フィールドエミッション型ディスプレイ等の分野に応用される目的・用途をもつ、破格の電界電子放出特性（電流密度が従来比1000倍以上）を有する前記特な構成をしてなる新規薄膜材料とその製造方法及びその用途に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術と課題】

近年、電子放出材料に係る技術分野においては、各種電子放出材料が提案されている。その開発の動向としては、高い耐電圧強度、大きな電流密度を有するも

のが求められている。その一つに近年注目されている、カーボンナノチューブが挙げられるが、この材料に基づいて電子放出材料を設計するにおいては、さらに電子放出性を高め、電流密度を向上させる工夫が必要である。そのため、ナノチューブをパターン化して薄膜成長させたり、プリント転写技術を利用して、電子放出性に適った形状にエッチングしたりするなどの加工を施したりすることがなされている。しかしながら、このような手間のかかる困難な加工を施しても、その結果得られる性能は、電流密度がせいぜい $\text{mA}/\text{cm}^2$ オーダーにとどまっているにすぎないものであった。そこには使用電界強度には限界があり、これを越えたところでは、材料の劣化、剥落が生じ、高電圧、長時間にわたる使用には耐えられないものであった。本発明は、このような現状に鑑み、また今後この種電界電子放出技術が今後、ますます盛んになることを見込んで、高い耐電界強度を有し、長時間使用して電子を大きな電流密度で安定して放出することができ、しかも材料の劣化、損傷のない安定した高い電界電子放出を可能とする新規な材料を提供しようというものである。

### 【0003】

#### 【課題を達成するための解決手段】

そのため、本発明者らにおいては、耐熱、耐摩耗性材料として使用され、また最近では新規創生材料として注目を浴びている窒化ホウ素について着目し、この材料に基づいて電子放出材料を設計すべく鋭意研究した結果、特定の条件下で製作した窒化ホウ素の中には、これを膜状に生成した場合、電界電子放出特性に優れた表面形状を呈してなるものが生成し、強い耐電界強度を有することを見いだした。すなわち、窒化ホウ素を気相からの反応によって基板上に生成堆積する場合、基板近傍にエネルギーの高い紫外光を照射すると基板上に窒化ホウ素が膜状に形成され、且つ膜表面上には、先端が尖った状態を呈した形状の窒化ホウ素が適宜間隔を置いて光方向に自己組織的に生成、成長すること、そしてその得られてなる膜は、これに電界をかけると容易に電子を放出し、しかもこれまでのこの種材料から考えると、破格といってもいい大電流密度を保ちながら、材料の劣化、損傷、脱落のない極めて安定した状態、性能を維持し得る、極めて優れた電子放出材料であることを確認、知見したものである。本発明は、この知見に基づいて

なされたものであり、以下(1)～(11)に記載の技術的構成を講じることに  
より、これまでにない新規な物理的表面状態を有し、これにより電子放出性能に  
優れてなる性質・用途をもった窒化ホウ素膜とそのための製造方法を提供し、ま  
た、その特有な性質を利用した新たな用途開発に成功したものである。

すなわち、その講じてなる技術的構成は、以下(1)～(11)に記載した要  
件事項に基づいてなるものである。

#### 【0004】

(1) 電界電子放出特性に優れた表面形状が気相反応によって自己造形的に  
形成されてなる、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

(2) 該電界電子放出特性に優れた表面形状が、先端の尖った状態を呈した  
形状である、前記(1)項に記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化  
ホウ素膜体。

(3) 該先端の尖った状態を呈した形状が、電界電子放出特性に適した間隔  
、密度で分布している、前記(1)又は(2)項に記載の電界電子放出特性に優  
れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

(4) 該電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が5H型ま  
たは6H型等の多形窒化ホウ素を含んでいる、前記(1)乃至(3)の何れか1  
項に記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

(5) 該電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が紫外光に  
よって励起される気相からの反応によって基板上に生成して得られる、前記(1)  
乃至(4)の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒化  
ホウ素膜体。

#### 【0005】

(6) 反応容器中に、0.001～760 Torrの圧力に調整してホウ  
素源及び窒素源を含む反応ガスを導入し、反応空間内の基板温度を室温～130  
0℃の範囲に調整し、プラズマを発生し、あるいは発生せずして、基板上に紫外  
光を照射し、気相からの反応によって基板上に、電界電子放出特性に優れた表面  
形状が自己造形的に形成されてなる、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結合性窒  
化ホウ素膜体を生成したことを特徴とする、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$ 結

合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

(7) 該反応ガスが希ガス、または水素ガス単独あるいはそれらの混合物よりなる希釈ガスによって希釈され、その割合が、希釈ガス100に対して反応ガスが0.0001~100体積%である、前記(6)記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

(8) 該反応ガスが、ジボランをホウ素源、アンモニアを窒素源として調製されている、前記(6)又は(7)項に記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

(9) 該紫外光がパルスレーザーであることを特徴とする前記(6)に記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

(10) 該電界電子放出特性に優れた表面性状を有してなる $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体が5H型または6H型等多形窒化ホウ素を主として含んでいることを特徴とする、前記(6)乃至(9)の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体の製造方法。

#### 【0006】

(11) 電子放出材料として使用されることを特徴とする前記(1)乃至(4)の何れか1項に記載の電界電子放出特性に優れた表面形状を有してなる $sp^3$ 結合性窒化ホウ素膜体。

#### 【0007】

本発明において、電界電子放出特性に優れた表面形状が気相からの反応によって自己造形的に形成されるためには、紫外光の照射が必要である。このことは、後述する実施例と比較例とを比較すると明らかであると思料されるが、その理由については現段階では必ずしも定かではないが、次のように考えることができる。すなわち、自己組織化による表面形態形成はイリヤ・プロゴジン（ノーベル賞受賞者）等による指摘によれば、「チューリング構造」として把握され、前駆体物質の表面拡散と表面化学反応とが競合するある種の条件において出現する。ここでは、紫外光照射がその両者の光化学的促進に関わり、初期核の規則的な分布に影響していると考えられる。紫外光照射により表面での成長反応が促進されるが、これは光強度に反応速度が比例することを意味する。初期核が半球形である



と仮定すると、頂点付近では光強度が大きく、成長が促進されるのに対して、周縁部分では光強度が弱まり成長が遅れる。これが先端の尖った表面形成物の形成要因の一つであると考えられる。何れにしても紫外光照射が極めて重要な働きをなしており、これが重要なポイントであることは否定できない。

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の電界電子放出特性に優れた  $sp^3$  結合性窒化ホウ素膜体を得る気相反応を実施するのに使用される反応容器は、図1に示す構造のCVD反応容器である。すなわち、図1において、反応容器1は、反応ガス及びその希釈ガスを導入するためのガス導入口2と、導入された反応ガス等を容器外へ排気するためのガス流出口3とを備え、真空ポンプに接続され、大気圧以下に減圧維持されている。容器内のガスの流路には窒化ホウ素析出基板4が設定され、その基板に面した反応容器の壁体の一部には光学窓5が取り付けられ、この窓を介して基板に紫外光が照射されるよう、エキシマ紫外光レーザー装置6が設定されている。

#### 【0009】

反応容器に導入された反応ガスは、基板表面において照射される紫外光によって励起され、反応ガス中の窒素源とホウ素源とが気相反応し、基板上に、一般式；BNで示され、5H型または6H型多形構造を有してなる  $sp^3$  結合型窒化ホウ素が生成し、析出し、膜状に成長する。その場合の反応容器内の圧力は、0.001～760 Torrの広い範囲において実施可能であり、また、反応空間に設置された基板の温度は、室温～1300℃の広い範囲で実施可能であることが実験の結果明らかとなったが、目的とする反応生成物を高純度で得るためには、圧力は低く、高温で実施した方が好ましい。なお、基板表面ないしその近傍空間領域に対して紫外光を照射して励起する際、プラズマを併せて照射する態様も一つの実施の態様である。図1において、プラズマトーチ7は、この態様を示すものであり、反応ガス及びプラズマが基板に向けて照射されるよう、反応ガス導入口と、プラズマトーチとが基板に向けて一体に設定されている。

#### 【0010】

この出願の発明は、以上の反応容器を用いて実施されるが、以下さらに図面及

び具体的な実施例に基づいて説明する。ただし、以下に開示する実施例は、あくまでも本発明を容易に理解するための一助として開示するものであって、これによって本発明は限定されるものではない。すなわち、本発明のねらいとするところは電界電子放出特性に優れた表面形状が気相反応によって自己造形的に形成されてなる、電界電子放出特性に優れた  $sp^3$  結合性窒化ホウ素膜体とその製造方法を提供し、また、電子放出材料としての用途発明を提供するものであり、その目的が達成しうる限りで、反応条件等は適宜変更、設定することができることはいうまでもない。

#### 【0011】

##### 実施例 1 ;

アルゴン流量 2 SLM、水素流量 50 sccm の混合希釈ガス流中にジボラン流量 10 sccm 及び、アンモニア流量 20 sccm を導入し、同時にポンプにより排気することで圧力 30 Torr に保った雰囲気中にて、加熱により 800℃ に保持したシリコン基板上に、エキシマレーザー紫外光を照射した（図 1 参照）。60 分の合成時間により、目的とする薄膜を得た。薄膜生成物を x 線回折法により同定した結果、この試料の結晶系は六方晶であり、 $sp^3$  結合による 5H 型多形構造で、格子定数は、 $a = 2.52 \text{ \AA}$ 、 $c = 10.5 \text{ \AA}$  であった。

走査型電子顕微鏡像によって観察した結果、図 2 及び図 3 に示すとおり、この薄膜は電界集中の生じやすい先端の尖った円錐状の突起構造物（数ミクロンから数十ミクロンメートルの長さ）に覆われた特異な表面形状が自己造形的に形成されていることが観察された。なお、図 3 は、図 2 をさらに拡大した SEM 像である。この薄膜の電界電子放出特性を調べるため、径 1 mm の円柱状の金属電極を表面から 30 マイクロメータ離して真空中で薄膜－電極間に電圧を印可し、電子放出量を測定した。その結果は、図 4 に示した。電界強度 15－20 ( $\text{V}/\mu\text{m}$ ) において、電流密度の増大が見られ、20 ( $\text{V}/\mu\text{m}$ ) において、測定用高圧電源の限界電流値 ( $1.3 \text{ A}/\text{cm}^2$  相当) にて飽和していることが明らかとなった。また、図 5 にこの際の電流値の時間変化をプロットしたものを示す。約 15 分の間、電流値に多少の揺動が認められたが、ほぼ平均的な電流値が維持され、材料劣化による電流値の減少は見られず、安定な材料であることが確認された。

## 【0012】

## 比較例 1 ;

比較のため、紫外光の照射以外は実施例 1 の条件と同様の条件で同時に作製した薄膜で、紫外光の照射されなかった部分の電界電子放出特性を調べた。その結果は図 6 に結果を示す。電子放出開始の閾値電界強度が  $42 \text{ (V/}\mu\text{m)}$  となり、紫外光照射のある部分の  $15 \text{ (V/}\mu\text{m)}$  に比べて大幅に高くなっていることが示されていた。また、この部分は、図 7 の走査型顕微鏡が示すように、電界電子放出による薄膜の損傷・剥離が見られた。一方、紫外光照射下で成長した突起状表面形状を示す部分には、電界電子放出実験の後、このような損傷は見いだされなかった。

## 【0013】

## 実施例 2 ;

アルゴン流量  $2 \text{ SLM}$ 、水素流量  $50 \text{ sccm}$  の混合希釈ガス流中にジボラン流量  $10 \text{ sccm}$  及び、アンモニア流量  $20 \text{ sccm}$  を導入し、同時にポンプにより排気することで圧力  $30 \text{ Torr}$  に保った雰囲気中にて、出力  $800 \text{ w}$ 、周波数  $13.56 \text{ MHz}$  の RF プラズマを発生し、加熱により  $900^\circ\text{C}$  に保持したシリコン基板上に、エキシマレーザー紫外光を照射した (図 1 参照)。60 分の合成時間により、薄膜生成物を得た。この生成物を実施例 1 同様の方法で同定した結果、結晶系は六方晶であり、 $sp^3$  結合による 5H 型多形構造で、格子定数は、 $a = 2.5 \text{ \AA}$ 、 $c = 10.4 \text{ \AA}$  であった。

走査型電子顕微鏡像によって観察した結果、図 8 に示すとおり、この薄膜は電界集中の生じやすい先端の尖った円錐状の突起構造物 (数ミクロンから数十ミクロンメートルの長さ) に覆われた特異な表面形状が自己造形的に形成されていることが観察された。

この薄膜の電界電子放出特性を調べるため、径  $1 \text{ mm}$  の円柱状の金属電極を表面から  $40 \text{ マイクロメートル}$  離して真空中で薄膜-電極間に電圧を印可し、電子放出量を測定した。その結果は、図 9 に示すデータが得られた。すなわち、電界強度  $18 - 22 \text{ (V/}\mu\text{m)}$  において、電流密度の増大が見られ、 $22 \text{ (V/}\mu\text{m)}$

m) において、測定用高圧電源の限界電流値 ( $1.3 \text{ A/cm}^2$  相当) にて飽和していることが明らかとなった。すなわち、実施例 1 同様、安定な材料が得られたことが確認された。

#### 【0014】

以上述べたとおり、本発明は、電界電子放出特性に優れた表面形状、すなわち、先端の尖った状態を呈した形状が自己造形的に形成されてなる特異な構成を有してなる  $\text{sp}^3$  結合性窒化ホウ素膜体を提供するものであって、これによって、電界電子放出閾値が低く、電流密度の高い、また、電子放出寿命の長い極めて良好な電界電子放出材料としての優れた特徴を完全に備えている理想的新規材料を、特段の加工手段、加工プロセスによることなく提供することが可能となったもので、その意義は極めて大きい。その応用範囲は後述するように極めて多様で、広く今後大いに産業の発展に寄与することが期待される。すなわち、従来の 1000 倍以上の電流密度で電子線を放出することにより超高輝度かつ高効率な照明システムの構築、微少電子放出面積で十分な電流値が得られることを利用した超高精細ディスプレイ等の実現（携帯電話、ウェアラブルコンピューターなどへの応用）、成長時における紫外光照射面のみが電子放出特性に優れることを利用した、特有な電子放出パターンの形成、あるいは、超高輝度ナノ電子源としての利用、さらにまた、超小型電子ビーム源、等等への道を開き、その結果、照明、ディスプレイをはじめ現代の日常生活の隅々に行き渡っている各種電気機器・デバイスの革新につながることを考えられ、そのため、その利用可能性は極めて広く、総じて人間生活のあらゆる範囲に関係し、その技術的、経済的效果はグローバルかつ膨大である。

#### 【0015】

さらに述べると、本発明は、光照射下の薄膜の自己組織的成長現象において特有な形状のものが自然に発現すると言う特有な現象を見だし、かつこの現象を利用したもので、成長薄膜自体が未加工 (as grown) のままでも、電界電子放出特性の著しい促進効果のある表面形態を持つものであり、しかも、薄膜材料自体の物理的特性により、大電流密度を保ちながら、材料の放電による損傷がほとんど無く、上記目的に応用される場合の機能の寿命が半永久的であること

を考慮すると、これを電界電子放出に適った形状やパターンにする工程を要していたこれまでの水準と比較するとその意義は、単にプロセスの違いだけでは済まされない、本質的に大きな違いによる意義が認められる。すなわち、本発明によって表面形状の自己造形効果と材料自体の卓越した物理的特性の相乗効果により、電界電子放出の電流密度が、定常的に従来の1000倍以上の $A/cm^2$ オーダーであり、かつ耐久性に優れた薄膜と、その製造方法及びその用途を提供したことは、現状の技術水準に対してその壁を一気に越える画期的とも言える意義、作用効果をもたらしたものと確信する。

#### 【0016】

##### 【発明の効果】

本発明の意義は、前述したとおりであるが、要約して記載すると次の通りである。すなわち、電界電子放出材料の三大要素として、(1) 電界電子放出閾値（閾値が低いこと）、(2) 電流密度（電流密度の高いこと）、及び、(3) 電子放出寿命（電界電子放出寿命が長いこと）があげられるが、本薄膜材料は、何れも従来水準を上まわるものであるが、その中でも特に(2) 及び(3) において際だった優秀な特性（従来の1000倍以上の電流密度とBNに特有の極めて優れた構造的強度・耐久性）を有するため、ランプ型光源デバイス、フィールドエミッション型ディスプレイ等に画期的な技術的ブレイクスルーをもたらすことが予測され、その意義は極めて大きい。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 反応装置の概略図と概要を示す図。

【図2】 実施例1で作製した薄膜における電界電子放出に適した表面形状の自己造形的形成を確認した走査型電子顕微鏡像。

【図3】 図2の像をさらに高倍率に撮影した走査型電子顕微鏡像。

【図4】 実施例1で作製した薄膜における電界電子放出特性を示す図。

【図5】 実施例1で作製した薄膜における電界電子放出電流の時間的安定性を示す図。

【図6】 比較例で作製された紫外光照射のなされない薄膜の電界電子放出特性を示す図。

【図 7】 比較例で作製された紫外光照射のなされない薄膜の電界電子放出実験で材料破壊が生じたこと示す走査型電子顕微鏡像。

【図 8】 実施例 2 で作製した薄膜における電界電子放出に適した表面形状の自己造形的形成を確認した走査型電子顕微鏡像。

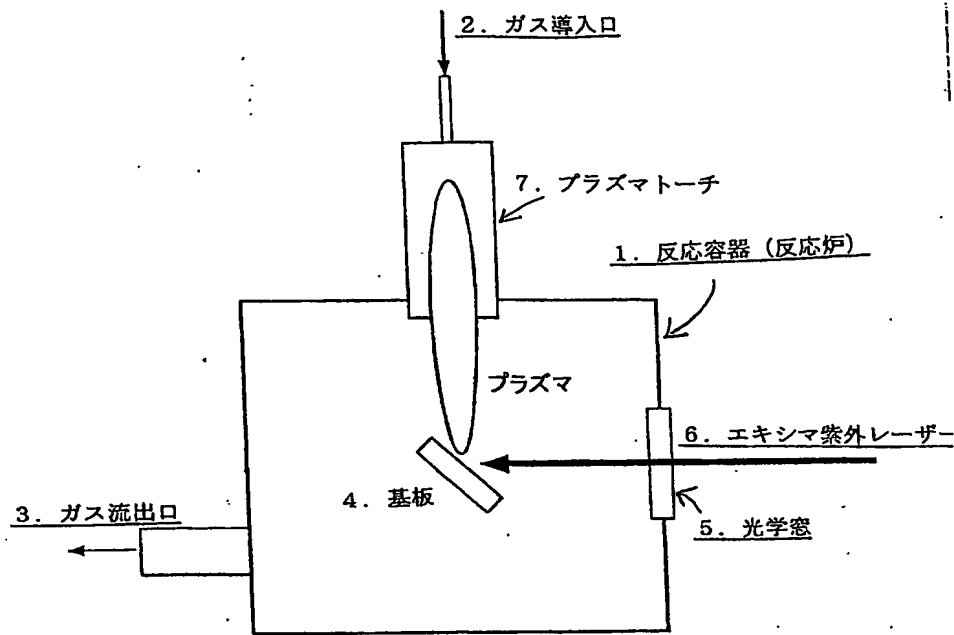
【図 9】 実施例 2 で作製した薄膜における電界電子放出特性を示す図。

【付合の説明】

1. 反応容器（反応炉）
2. ガス導入口
3. ガス流出口
4. 窒化ホウ素析出基板
5. 光学窓
6. エキシマ紫外レーザー装置
7. プラズマトーチ

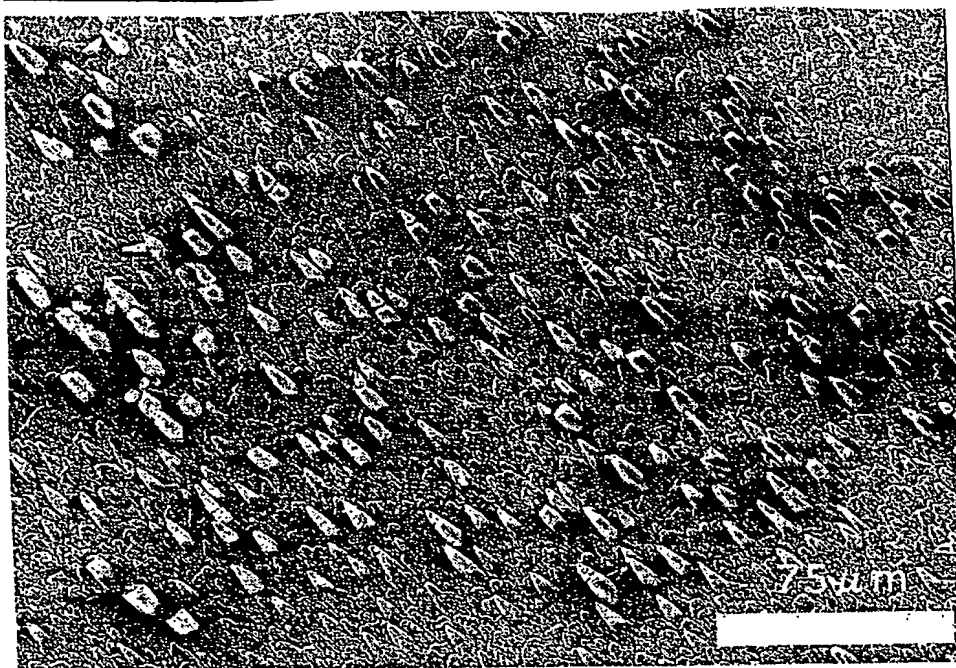
【書類名】 図面

【図1】



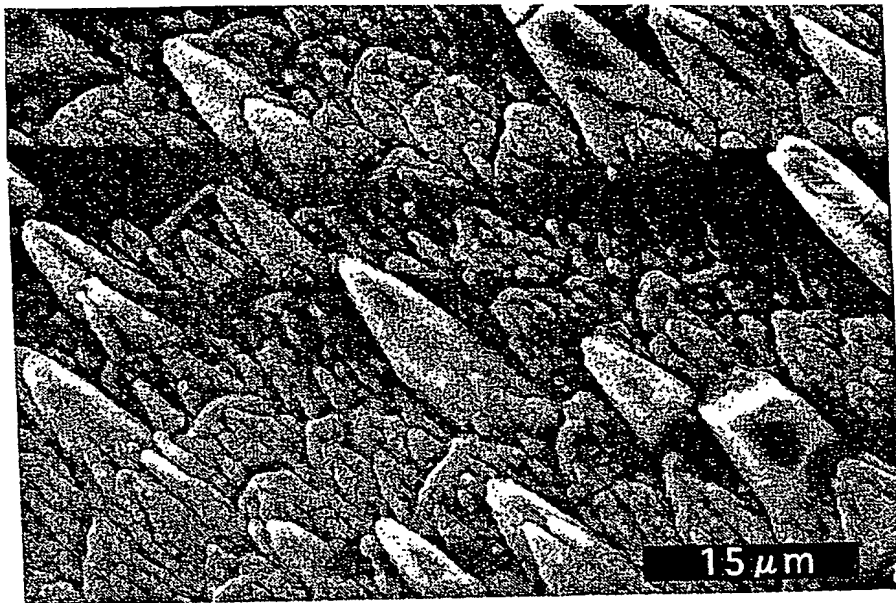
合成の概要。実施例1では、プラズマの発生は無い。

【図2】



実施例1における電界電子放出に適した表面形状の自己造形的形成の走査型電子顕微鏡像。

【図 3】



実施例1における電界電子放出に適した表面形状の自己造形的形成の走査型電子顕微鏡像(高倍率イメージ)。

【図 4】

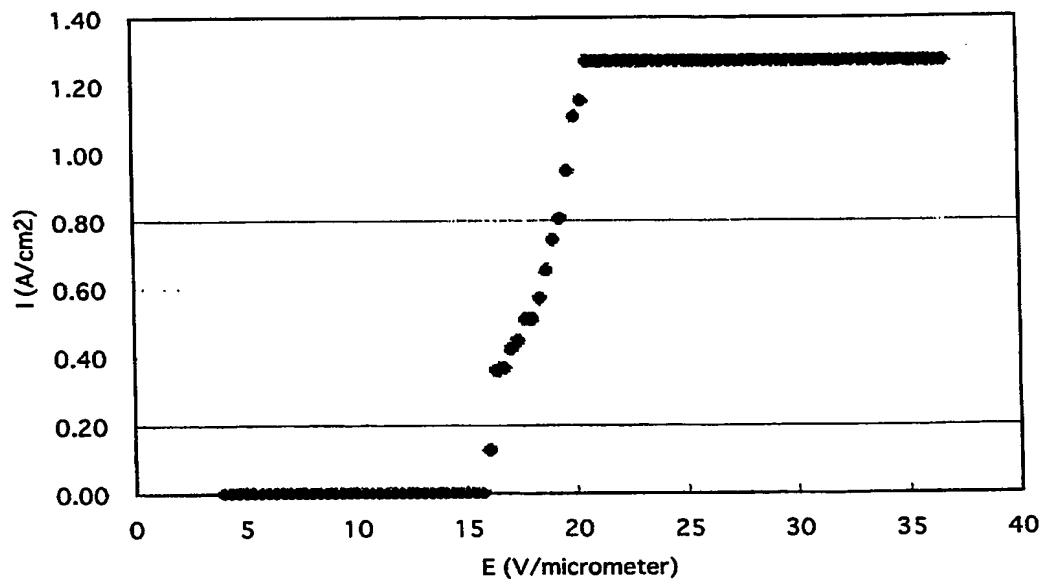


図 4 実施例 1 における電界電子放出特性。



【図 5】

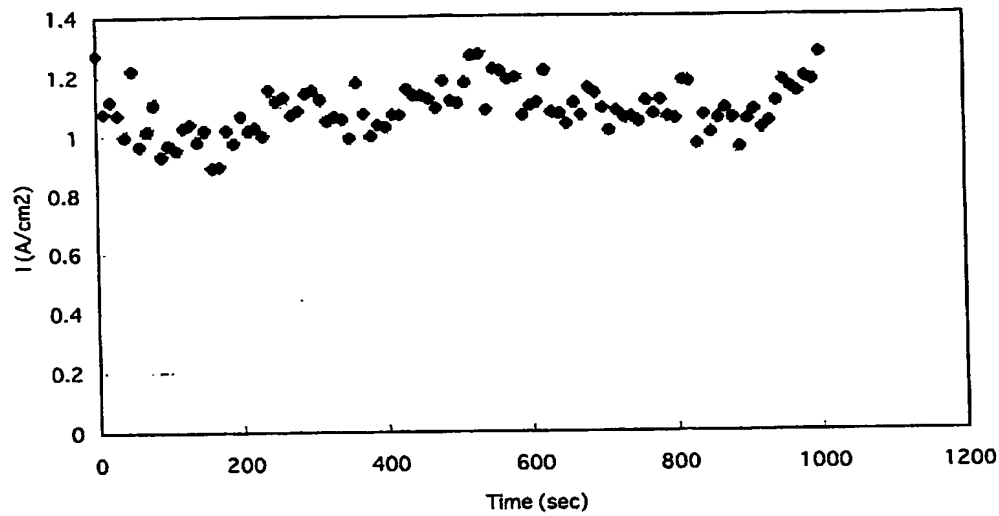


図5 実施例1における電界電子放出電流の時間的安定性。

【図 6】

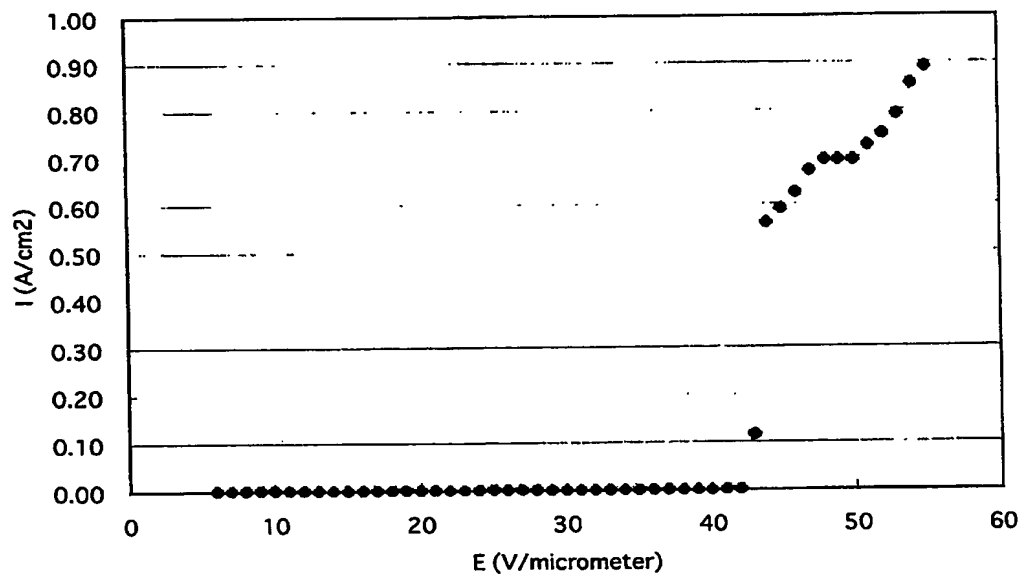


図6 実施例1で比較された紫外光照射のなされない薄膜の電界電子放出特性

【図 7】

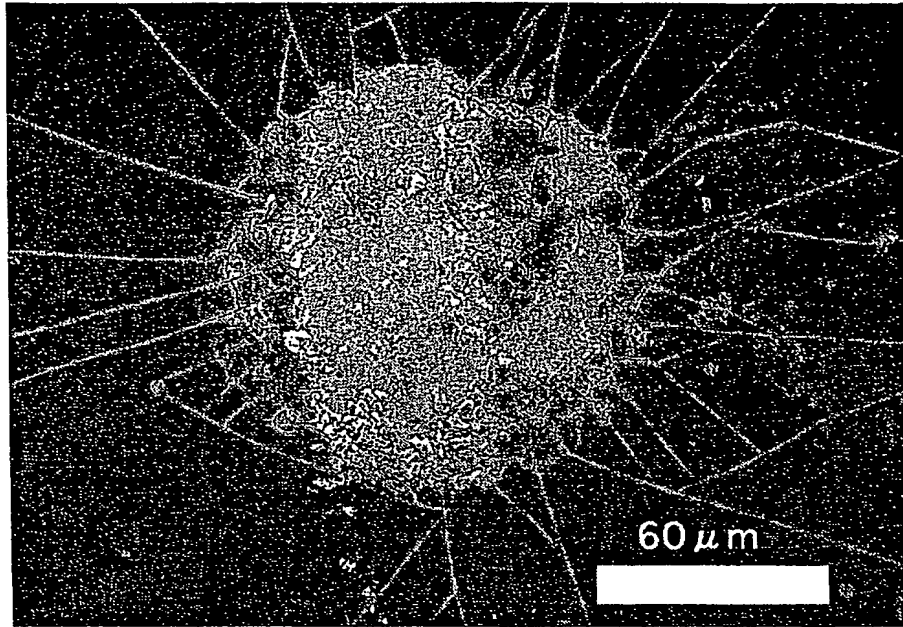


図 7 実施例1で比較された紫外光照射のなされない薄膜の電界電子放出によるダメージの走査型電子顕微鏡像。

【図 8】

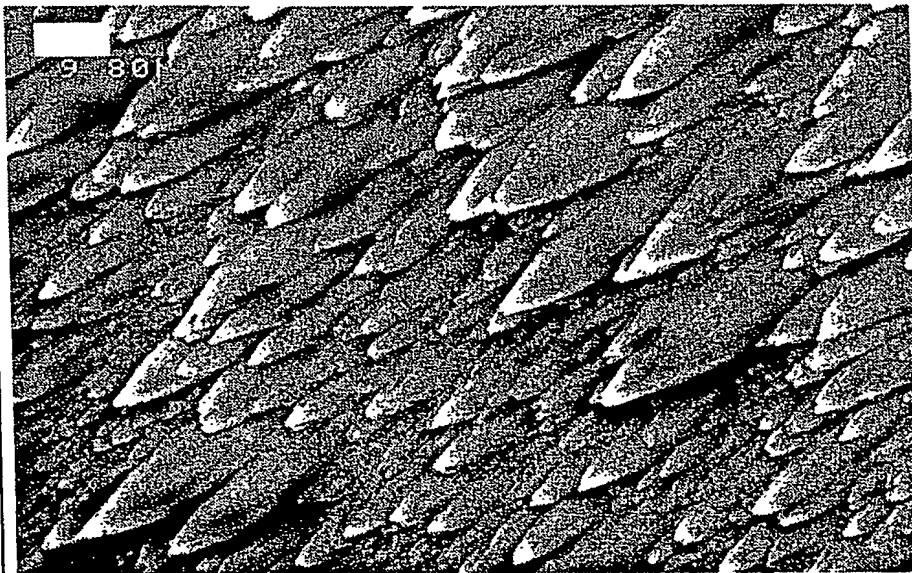


図 8 実施例2における電界電子放出に適した表面形状の自己造形的形成の走査型電子顕微鏡像。

【図 9】

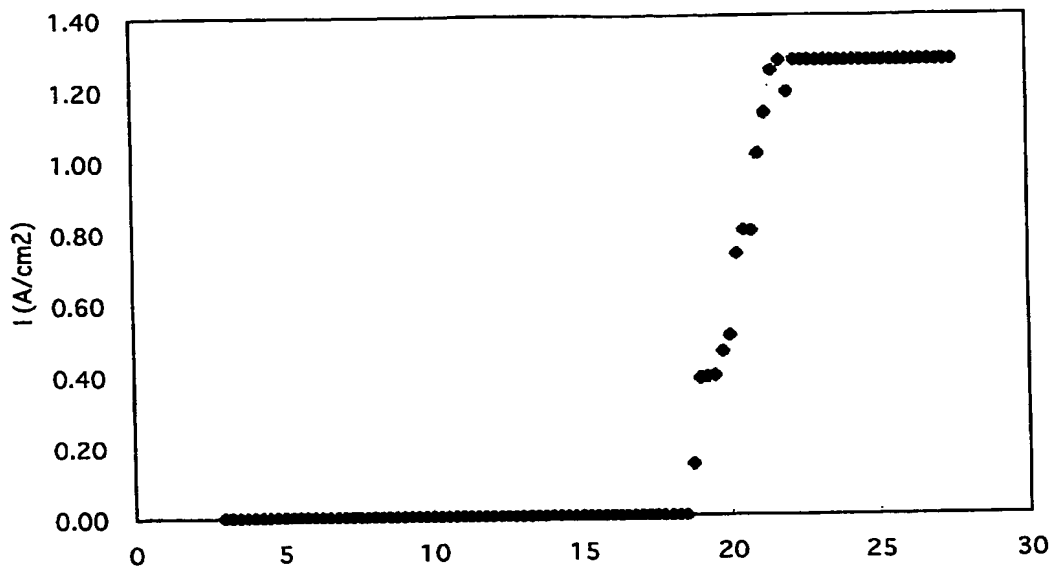


図 9 実施例 2 における電界電子放出特性。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い耐電界強度を有し、大きな電流密度で電子を放出する、材料劣化のない電界電子放出性に優れた材料を提供しようとするものである。

【解決手段】 前記材料設計を、電解電子放出特性に優れた表面形状が気相からの反応によって自己造形的に形成されてなる、sp<sup>3</sup>結合性窒化ホウ素膜体とすることに解決する。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 2 0 9 4 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 0 1 0 2 3 2 3 8 ]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 4 月 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	茨城県つくば市千現一丁目 2 番 1 号
氏 名	独立行政法人物質・材料研究機構

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**